

Aus dem Anatomischen Institut der Universität Fribourg
Direktor: Prof. Dr. med. A. Faller

Ueber Eintritt, Kaliber, Verteilungsart, Anastomosen und Versorgungsgebiet der Rektalarterien beim Menschen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät
der Universität Basel
vorgelegt von

Otto Widmer
aus Eschenbach (Kanton Luzern)

[1955]

Von der Medizinischen Fakultät Basel genehmigt auf Antrag von
Herrn Professor Dr. med. E. Ludwig

Tag der Promotion: 19. November 1954

Meinen lieben Eltern und Geschwistern
in Dankbarkeit gewidmet

Herrn Prof. Dr. med. A. Faller spreche ich für die Ueberlassung des
Themas, die Hilfe und mannigfaltigen Anregungen im Verlaufe der
Untersuchungen und schriftlichen Abfassung meinen besten Dank aus.



Aus dem Anatomischen Institut der Universität Fribourg (Schweiz)
(Direktor: Prof. Dr. A. FALLER).

Die Rectalarterien des Menschen.

Eintritt, Kaliber, Verteilungsart, Anastomosen und Versorgungsgebiete.

Von

OTTO WIDMER.

Mit 17 Textabbildungen.

(Eingegangen am 14. Oktober 1954.)

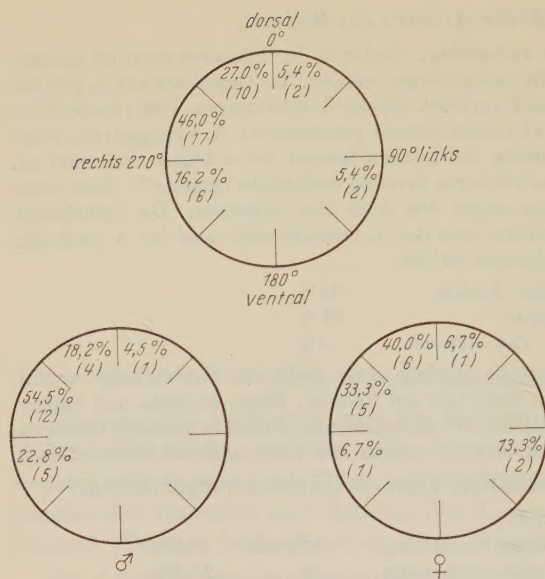


Abb. 1. Schematischer Überblick über die Verteilung des Eintrittes des *rechten* Hauptastes der *A. rectalis cranialis* in die Muskulatur des Rectum (oberer Kreis) sowie dessen Verhalten im männlichen und weiblichen Geschlecht (untere Kreise).

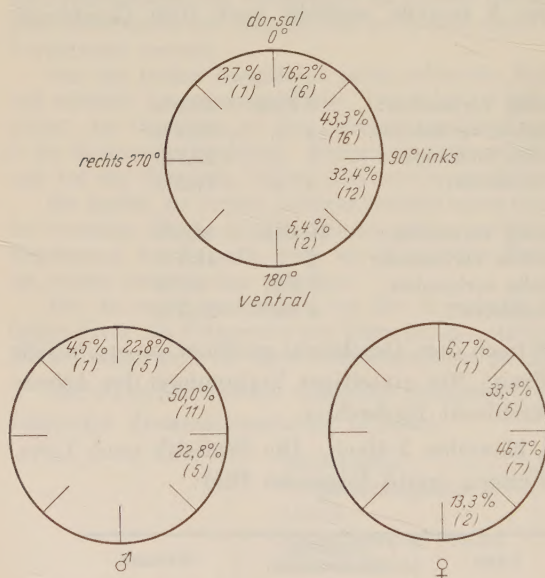


Abb. 2. Schematischer Überblick über die Verteilung des Eintrittes des *linken* Hauptastes der *A. rectalis* in die Muskulatur des Rectum (oberer Kreis) sowie dessen Verhalten im männlichen und weiblichen Geschlecht (untere Kreise).

In insgesamt 10 Fällen (25,7%) konnte eine *A. analis* weder durch anatomische Präparation noch durch röntgenologische Darstellung mittels Kontrastmasse nachgewiesen werden. In meinem Untersuchungsgut kommen am häufigsten 3 *Aa. anales* vor (28,2%). Ein Geschlechtsunterschied ist nicht nachweisbar. Mehr als 4 *Aa. anales* konnten in keinem Falle gefunden werden.

Die Eintrittsstellen der Arterien im Verhältnis zur Mediosagittalebene des Rectum.

Die Verzweigungsstelle der *A. rectalis cranialis* in die beiden Hauptäste lag im vorliegenden Untersuchungsmaterial in 10 Fällen (25,6%) rechts und in 29 Fällen (74,4%) links der Medianlinie an der Dorsalseite des Rectum. Einen Eintritt der *A. rectalis cranialis* in die Muscularis vor der Teilung in die beiden Hauptäste konnte ich in einem einzigen Fall beobachten.

Um den Eintritt der Hauptäste in die Darmmuskulatur in bezug auf den Umfang des Rectum genauer bestimmen zu können, wurde das Darmrohr in 8 Sektoren eingeteilt (Abb. 1). Die 0-Linie entspricht der dorsalen Mittellinie des Rectum. In den Feldern sind jeweils die Prozentzahlen vermerkt.

Der *rechte Hauptast* der *A. rectalis cranialis* durchbohrt in fast $\frac{3}{4}$ der Fälle (73%) rechts posterolateral die Muscularis. Auffallend ist die Tatsache, daß in insgesamt

4 Fällen der *Ramus dexter* noch auf der linken Hälfte des Rectum in die Muskulatur eintritt. Die Erklärung für dieses Verhalten liegt darin, daß die

A. rectalis cranialis von der linken Seite an das Rectum herankommt. Der linksseitige Eintritt des rechten Hauptastes ist im weiblichen Geschlecht 4mal so häufig als im männlichen: ♂ 4,5%; ♀ 20% (Abb. 1).

Der linke Hauptast der A. rectalis cranialis erreicht in $\frac{3}{4}$ der Fälle lateral-links die Muscularis. Nur in einem Fall (2,7%) trat der linke Ast auf der rechten Seite ein (Abb. 2). Wie der rechte Hauptast zeigt auch der linke im weiblichen Geschlecht eine stärkere Linksverschiebung seiner Eintrittsstelle (Abb. 2).

Vergleicht man die Eintrittsstellen des rechten und linken Astes, so ergibt sich, daß der rechte Ramus rechts postero-lateral, der linke Ramus links antero-lateral die Muskelschicht des Rectum erreicht.

Die Untersuchung der Eintrittsstellen der Aa. rectales caudales ergibt, daß diese die Muskulatur des Rectum an der Vorderseite erreichen (Abb. 3). Ein Geschlechtsunterschied in bezug auf die Eintrittsstellen in die Rectummuskulatur ist nicht vorhanden.

Im vorliegenden Untersuchungsgut (39 Fälle) konnten insgesamt 67mal Aa. anales nachgewiesen werden. Diese verteilen sich in 70% auf der Vorderseite des Rectum (Abb. 4). Vergleicht man die männlichen und weiblichen Fälle miteinander, so findet man, daß kein erheblicher Unterschied in bezug auf die Eintrittsstellen besteht.

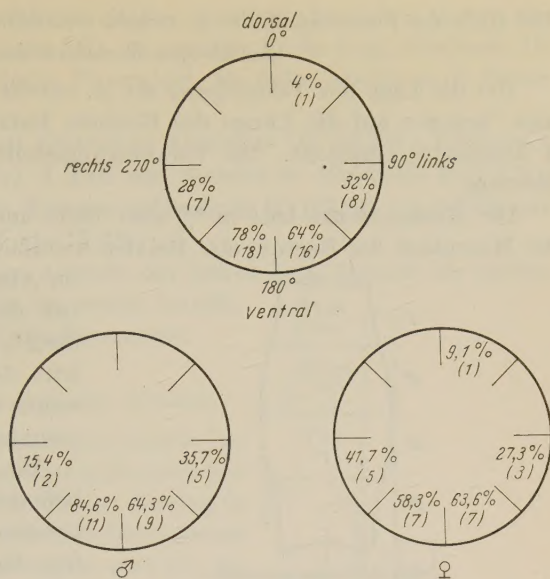


Abb. 3. Schematischer Überblick über die Verteilung des Eintrittes der beiden Aa. rectales caudales in die Muskulatur des Rectum (oberer Kreis) sowie deren Verhalten im männlichen und weiblichen Geschlecht (untere Kreise).

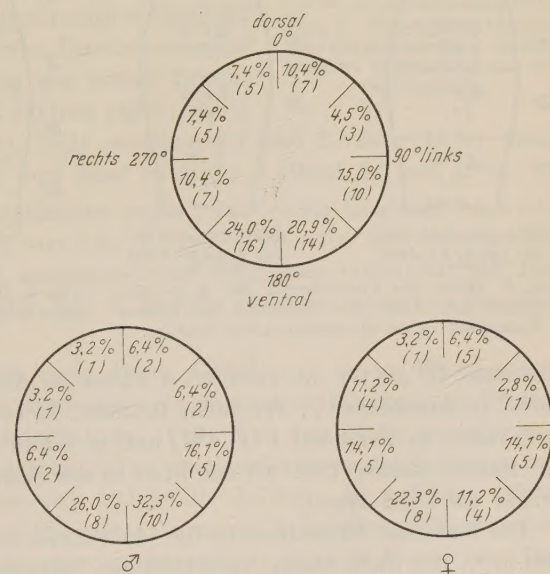
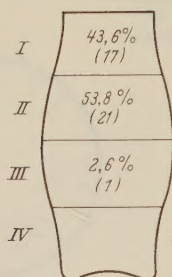


Abb. 4. Schematischer Überblick über die Verteilung des Eintrittes der Aa. anales in die Muskulatur des Rectum (oberer Kreis) sowie deren Verhalten im männlichen und weiblichen Geschlecht (untere Kreise).

Die Höhe der Verzweigung der A. rectalis cranialis und die Höhe der Eintrittsstellen der übrigen Rectalarterien.

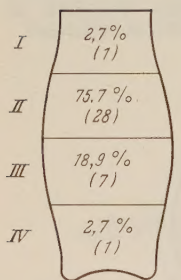
Um die Lage der Verzweigung der *A. rectalis cranialis* in ihre beiden Hauptäste, bezogen auf die Länge des Rectum, festzustellen, wurde das Rectum in 4 Abschnitte eingeteilt. Die Verzweigungsstelle liegt in der oberen Hälfte des Rectum.

Der *Ramus dexter* tritt in $\frac{3}{4}$ aller Fälle unmittelbar oberhalb der Mitte in die Muscularis des Rectum ein. Bei den männlichen Leichen erfolgt der Eintritt im Abschnitt II (65%) und III (30%), bei den weiblichen in Abschnitt II (88,2%). Im weiblichen Geschlecht tritt der *Ramus dexter* somit etwas weiter oben in die Muskulatur als beim männlichen.

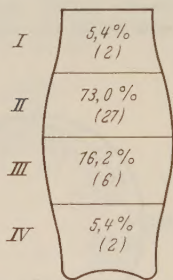


Höhe der Verzweigungsstelle der *A. rectalis cranialis*

Die Eintrittsstelle des *Ramus sinister* befindet sich in fast $\frac{3}{4}$ der Fälle im zweiten Abschnitt, in 6 Fällen im dritten Abschnitt, in je 2 Fällen in Abschnitt I und IV (Abb. 5). Männliche Leichen: Eintrittsstelle in 13 Fällen in

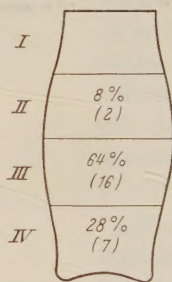


Höhe des Eintrittes des rechten Astes

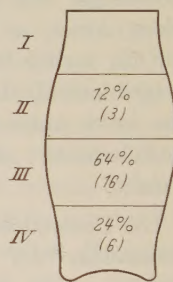


Höhe des Eintrittes des linken Astes

Abb. 5. Höhe der Verzweigung der *A. rectalis cranialis* und Höhe des Eintrittes der beiden Hauptäste in die Muskelwand des Rectum.



rechts



links

Abb. 6. Höhe des Eintrittes der *Aa. rectales caudales* in die Muskelwand des Rectum. Vergleich der rechten und linken Seite.

Abschnitt II (65%), in weiteren 5 Fällen in Abschnitt III (25%), in 2 Fällen (10%) in Abschnitt IV. Weibliche Leichen: In 14 Fällen (82,3%) in Abschnitt II, in 2 Fällen in Abschnitt I (11,8%) und in 1 Fall in Abschnitt III (5,9%). Auch der *Ramus sinister* tritt bei der Frau in der Regel etwas höher oben in die Muscularis als beim Mann.

Die Höhe der Eintrittsstelle der *Aa. rectales caudales der rechten Seite* befindet sich in $\frac{2}{3}$ der Fälle knapp unterhalb der Mitte des Rectum. In 2 Fällen liegt sie in Abschnitt II und in 7 Fällen in Abschnitt IV (Abb. 6). Männliche Leichen: Die Eintrittsstellen verteilen sich auf die Abschnitte II und IV (61,5% und 38,5%). Weibliche Leichen: Der Eintritt erfolgt hauptsächlich in Abschnitt III (66,6%). In weiteren je 2 Fällen in Abschnitt II und IV (je 16,7%). Bei der Frau erreichen die *Aa. rectales caudales der rechten Seite* etwas höher oben die Rectumwand als beim Manne.

Auch bei den *Aa. rectales caudales der linken Seite* befindet sich in fast $\frac{2}{3}$ der Fälle die Eintrittsstelle in Abschnitt III. An zweiter Stelle folgt Abschnitt IV mit 6 Fällen (24%). Den Abschnitt II erreicht die linke Arterie in 3 Fällen (Abb. 6).

Männliche Leichen: 9 Fälle mit Eintritt in Abschnitt III (64,3%), 4 Fälle mit Eintritt in Abschnitt IV (28,6%), 1 Fall mit Eintritt in Abschnitt II (7,1%).

Weibliche Leichen: 7 Fälle mit Eintritt in Abschnitt III (63,6%), je 2 Fälle mit Eintritt in Abschnitt II und IV (je 18,2%).

Die Verhältnisse liegen bei den Arterien der linken Seite ähnlich wie rechts.

Was die Höhe des Eintritts der *Aa. anales* betrifft, so erreichen sie im Abschnitt IV die Muscularis.

Das Kaliber der das Rectum versorgenden Arterien.

Beim Ursprung aus der *A. mesenterica caudalis* beträgt der Durchmesser der *A. rectalis cranialis* nach den verschiedenen Autoren 3 bis 4 mm. Bis zur Teilung in die beiden Hauptäste (*Ramus dexter et sinister*) nimmt ihr Kaliber ab, so daß es an dieser Stelle noch $2\frac{1}{2}$ bis 3 mm (POIRIER-CHARPY, 1912) mißt. Im eigenen Untersuchungsgut wurde das Kaliber am Röntgenbild der mit Kontrastmasse injizierten Arterien bestimmt. Die Messung wurde unmittelbar vor der Bifurkation der *A. rectalis cranialis* am Hauptstamm vorgenommen. Die Werte stellen den inneren Durchmesser dar (Abb. 7). Unter 39 Fällen betrug der innere Durchmesser 19mal zwischen 1,6 und 2,0 mm (49%), 9mal zwischen 1,1 und 1,5 mm (23%), 7mal zwischen 2,1 und 2,5 mm (18%), 2mal zwischen 2,6 und 3,0 mm (5%) und 2mal zwischen 3,1 und 3,5 mm (5%).

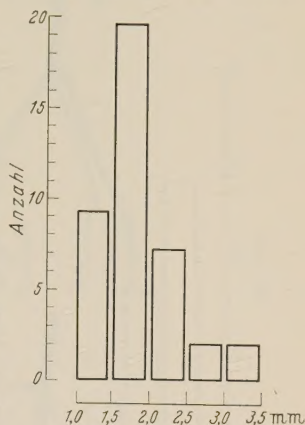


Abb. 7. Graphische Darstellung der Kaliber der *A. rectalis cranialis* unmittelbar vor der Teilungsstelle.

Der Vergleich der beiden Geschlechter ergibt, daß bei der Großzahl der weiblichen Leichen ein Durchmesser von 1,6—2,0 mm vorhanden ist, während bei den männlichen Fällen kein so ausgesprochenes Maximum erkennbar ist. Der durchschnittliche innere Diameter der *A. rectalis cranialis* beträgt in unserem Untersuchungsgut 2,0 mm.

Die *Aa. rectales caudales* sind meist dünne Gefäße mit einem Durchmesser von 1—1,5 mm (MECKEL, 1815). Bisweilen erreichen sie ein Kaliber von 2,5 mm (POIRIER-CHARPY, 1912; TESTUT-LATARJET, 1949). Von den 24 *Aa. rectales caudales* der rechten Seite, die an den 39 Fällen nachgewiesen werden konnten, war in 14 Fällen (58%) der Durchmesser kleiner als 0,5 mm. In 8 Fällen (33%) betrug der Durchmesser zwischen 0,6 und 1,0 mm und in 2 Fällen (9%) zwischen 1,1 und 1,5 mm (Abb. 8). Ein Geschlechtsunterschied ist nicht feststellbar. Der mittlere Durchmesser beträgt für die *A. rectalis caudalis* der rechten Seite 0,5 mm.

Bei den 25 *Aa. rectales caudales* der linken Seite liegt die Mehrzahl der Durchmesser zwischen 0,1 und 0,5 mm (18 Fälle = 72%). 6 Fälle verteilen sich auf die Werte von 0,6 bis 1,0 mm. In einem Fall betrug der Durchmesser 1,0 mm (Abb. 8). Der mittlere Durchmesser der linken *A. rectalis caudalis* beträgt 0,5 mm. Auch links läßt sich kein Geschlechtsunterschied feststellen.

Der Durchmesser der *Aa. anales* beträgt nach TESTUT (1896), POIRIER-CHARPY (1912) kaum 1—1,5 mm. In unserem Untersuchungsgut haben 75% der *Aa. anales* einen inneren Durchmesser von 0,1 mm bis 0,2 mm. Der größte Durchmesser betrug 0,9 mm. Ein Geschlechtsunterschied besteht nicht (Abb. 9).

Die Verteilungsart der Rectalarterien.

Als „klassische“ Verteilungsart der *A. rectalis cranialis* wird die Zweiteilung in einen Ramus dexter und sinister beschrieben, wobei dem rechten Ast die

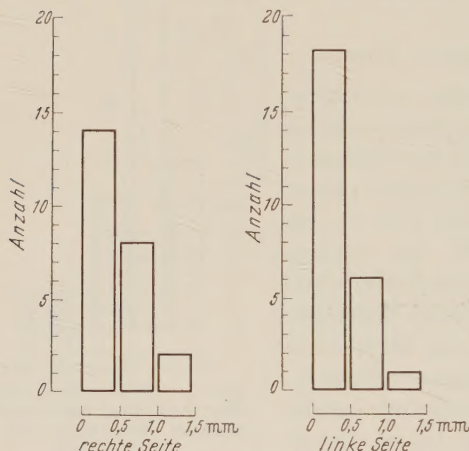


Abb. 8. Graphische Darstellung der Kaliber der *Aa. rectales caudales*.

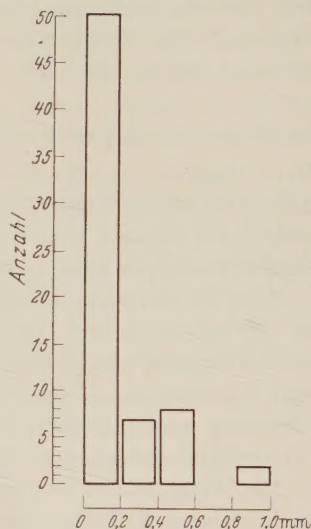


Abb. 9. Graphische Darstellung der Kaliber der *Aa. anales*.

größere Bedeutung zugemessen wird. Er stellt nach den verschiedenen Autoren die Fortsetzung der *A. rectalis cranialis* dar. Neben der Teilung in 2 Hauptäste werden noch Teilung des Hauptstammes in 3 Gefäße, sowie ausnahmsweise in ein Büschel von 3—8 Arterien angegeben.

FORGUE und MILHAUD (1923) berichten über Untersuchungsergebnisse von KONSTANTINOWITSCH (1872), welcher in 50 Fällen 41mal 2 Äste, 6mal 3 Äste und 3mal ein Gefäßbündel von 7—8 Ästchen beobachtete, von denen die einen längs der Hinterwand, die andern längs der Vorder- und Hinterwand herabstiegen. KONSTANTINOWITSCH beschreibt ferner einen unpaaren dickeren Ast, welcher aus der Bifurkationsstelle der *A. rectalis cranialis* oder aus dem rechten Ast der *A. rectalis cranialis* hervorgeht. Bisweilen ist er auch doppelt, wobei die linke Arterie dünner ist. Dieser mediane Ast wird von QUÉNU (1893) als *A. dorsalis recti* bezeichnet.

Unter meinen 39 Fällen (Abb. 10) fand ich:

Zweiteilung des Hauptstammes	32 Fälle (82%)
Dreiteilung des Hauptstammes	5 Fälle (12,8%)
Vierteilung des Hauptstammes	1 Fall (2,6%)
Keine typische Teilung des Hauptstammes	1 Fall (2,6%)

Diese Ergebnisse bestätigen die Resultate von KONSTANTINOWITSCH. Es konnte in einem Fall eine Vierteilung (Abb. 11), jedoch kein Gefäßbündel von 7—8 Ästchen beobachtet werden. In einem Fall setzte sich die *A. rectalis cranialis*

nach unten fort, indem sie sich leicht nach der rechten Seite hin verlagerte, mehrere Äste erster Ordnung abgab, 2 auf die rechte Seite und 6 nach der linken Seite (Abb. 10d).

Die Abb. 12 zeigt einen Fall atypischer Verteilungsart der A. rectalis cranialis. Schon vor der Bifurkation gibt das Gefäß einen Ast zur Versorgung des oberhalb der Verzweigung gelegenen Rectumgebietes ab. Dann teilt es sich in einen Ramus dexter und sinister. Auf dem Weg zur linken Vorderwand gabelt sich der Ramus

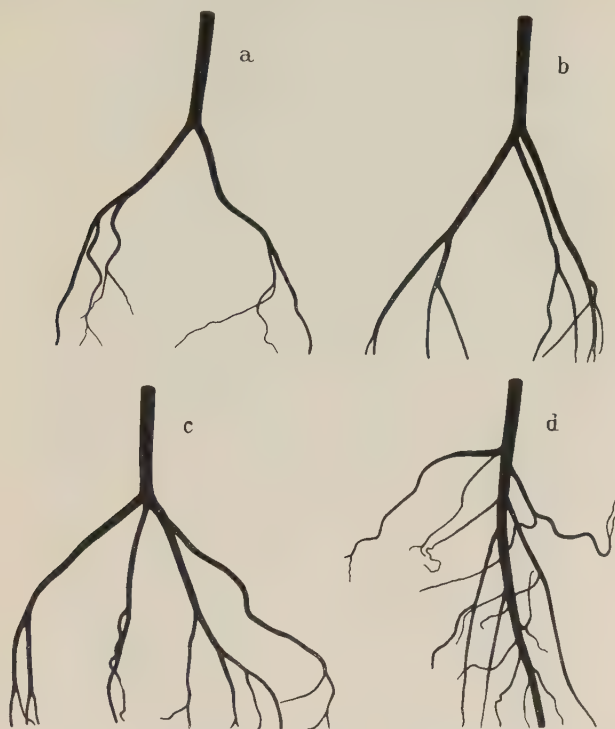


Abb. 10 a—d. Der Verteilungsmodus der A. rectalis cranialis; a Zweiteilung; b Dreiteilung; c Vierteilung; d Hauptstamm mit Kollateralen.

sinister in zwei starke Äste zweiter Ordnung, die senkrecht nach unten verlaufen und die Hinterwand und die linke postero-laterale Seitenwand mit Blut versorgen. Wie ersichtlich spielen in diesem Falle die Aa. rectales caudales und Aa. anales eine geringe Rolle.

Entgegen den Beschreibungen in der Literatur, nach welchen der Ramus sinister nach der Teilungsstelle der A. rectalis cranialis einen geringeren Durchmesser als der rechte besitzt, kommt es vor, daß der linke Ast kräftiger ist.

Die Aa. rectales caudales und die Aa. anales haben keinen charakteristischen Verteilungsmodus.

Die Anastomosen der Arterien des Rectum.

Die Arterien des Rectum besitzen zahlreiche Anastomosen. Es bestehen solche zwischen den Rami dexter et sinister der A. rectalis cranialis, zwischen der A. rectalis cranialis und Aa. rectales caudales, zwischen A. rectalis cranialis und

Aa. anales, zwischen Aa. rectales caudales und Aa. anales und nach PAITRE-GIRAUD und DUPRET (1935) zwischen der A. sacralis media und den Aa. rectales caudales und cranialis.



Abb. 11. Röntgendarstellung der A. rectalis cranialis. Rectum ventral aufgeschnitten, aufgeklappt und von dorsal betrachtet. Vierteilung des Stammes der A. rectalis cranialis. Der 2. Ast von links entspricht der A. dorsalis recti (QUÉNU).

Man kann am Rectum 3 Anastomosensysteme unterscheiden:

a) Die Verbindungen des obersten Rectumabschnittes: Die beiden Hauptäste der A. rectalis cranialis werden im obersten Abschnitt des Rectum durch eine bis zwei Anastomosen verbunden. Gleichzeitig bestehen Verbindungen durch intraparietale Zweige und vor allem durch die submukösen Gefäßnetze.

b) Ansaes laterales: Diese Anastomosengruppe betrifft die Aa. rectales cranialis und caudales. Eine erste Vereinigung dieser beiden Arteriensysteme erfolgt schon auf der Rectumoberfläche durch eine bis zwei Gefäßschlingen.

c) Submuköser Plexus: Das dritte Anastomosensystem der Rectalarterien besteht in einem netzförmigen, submukösen System, welches von den Ästen der *A. rectalis cranialis*, den *Aa. rectales caudales* und den *Aa. anales* gespeist wird.



Abb. 12. Röntgendarstellung der *A. rectalis cranialis*. Rectum ventral aufgeschnitten, aufgeklappt und von dorsal betrachtet. Atypische Zweiteilung des Stammes. Der Ramus sinister bildet die Fortsetzung des Stammes und gibt eine *A. dorsalis recti* (QUÉNU) ab.

Die beiden Ramí der *A. rectalis cranialis* geben zahlreiche Anastomosen ab. Sie bilden keine Arkaden, sondern verlaufen geradlinig oder gewunden, schräg waagrecht oder sogar rückläufig durch die Muscularis und bilden das submuköse Netz. Von der *A. rectalis caudalis* schreibt GÉRARD (1921), daß sie regelmäßig mit den *Aa. anales* anastomosiere, aber keine Verbindung mit den *Aa. rectales craniales* aufweise. Diese Beobachtung kann ich nicht bestätigen. Es ließen sich

im Gegenteil immer Anastomosen zwischen der A. rectalis cranialis und den Aa. rectales caudales nachweisen. Über die Zahl der Anastomosen zwischen den einzelnen Arteriengebieten gibt die nachfolgende Tabelle Auskunft. Die Anastomosen wurden nach dem Röntgenbild ausgezählt. Es handelt sich also nur um Anastomosen, welche die verwendete Injektionsmasse passieren ließen.

Anastomosen zwischen A. rect. cran. und A. rect. caud. dexter:	24 Fälle
durchschnittlich 16 Anastomosen	
Anastomosen zwischen A. rect. cran. und A. rect. caud. sinister:	24 Fälle
durchschnittlich 17 Anastomosen	
Anastomosen zwischen A. rect. cran. und Aa. anales:	22 Fälle
durchschnittlich 8 Anastomosen	
Anastomosen zwischen A. rect. caud. dexter und Aa. anales:	10 Fälle
durchschnittlich 6 Anastomosen	
Anastomosen zwischen A. rect. caud. sinister und Aa. anales:	6 Fälle
durchschnittlich 3 Anastomosen	
Anastomosen zwischen A. rect. caud. dexter und A. rect. caud. sin.:	1 Fall
1 Anastomose	

Am meisten Anastomosen bestehen zwischen der A. rectalis cranialis und den Aa. rectales caudales (15—20 Anastomosen im Mittel). Sind Aa. anales vorhanden (22 Fälle), so treten sie immer mit der A. rectalis cranialis in Verbindung (durchschnittlich 8 Anastomosen; die Auszählung erfolgte ohne Rücksicht auf die Anzahl der vorhandenen Aa. anales). Die Aa. rectales caudales verbinden sich auch mit den Aa. anales durch Anastomosen. Die Zahl der Anastomosen zwischen A. rectalis caudalis dexter und den Aa. anales ist größer als zwischen A. rectalis caudalis sinister und Aa. anales. Das Verhältnis beträgt 2:1. Sehr selten ist eine Verbindung zwischen beiden Aa. rectales caudales. Nur in 1 Fall konnte auf röntgenologischem Wege eine solche Anastomose nachgewiesen werden.

Nach dem Geschlecht geordnet, ergibt sich folgendes Bild:

♂:

Anastomosen zwischen A. rect. cran. und A. rect. caud. dexter:	12 Fälle
durchschnittlich 12 Anastomosen	
Anastomosen zwischen A. rect. cran. und A. rect. caud. sinister:	13 Fälle
durchschnittlich 12 Anastomosen	
Anastomosen zwischen A. rect. cran. und Aa. anales:	11 Fälle
durchschnittlich 5 Anastomosen	
Anastomosen zwischen A. rect. caud. dexter und Aa. anales:	7 Fälle
durchschnittlich 7 Anastomosen	
Anastomosen zwischen A. rect. caud. sinister und Aa. anales:	4 Fälle
durchschnittlich 4 Anastomosen	
Anastomosen zwischen A. rect. caud. dexter und sinister:	1 Fall
1 Anastomose	

♀:

Anastomosen zwischen A. rect. cran. und A. rect. caud. dexter:	12 Fälle
durchschnittlich 18 Anastomosen	
Anastomosen zwischen A. rect. cran. und A. rect. caud. sinister:	11 Fälle
durchschnittlich 21 Anastomosen	
Anastomosen zwischen A. rect. cran. und Aa. anales:	11 Fälle
durchschnittlich 10 Anastomosen	
Anastomosen zwischen A. rect. caud. dexter und Aa. anales:	4 Fälle
durchschnittlich 7 Anastomosen	
Anastomosen zwischen A. rect. caud. sinister und Aa. anales:	2 Fälle
durchschnittlich 3 Anastomosen	

Beim weiblichen Geschlecht kommen im allgemeinen mehr Anastomosen zwischen der A. rectalis cranialis und den übrigen Arterien des Rectum vor als beim männlichen. Das Verhältnis beträgt 3:2 bis 2:1. Die Differenz ist so groß, daß man von einem Geschlechtsunterschied sprechen kann.

Die Versorgungsgebiete der Rectalarterien.

Die A. rectalis cranialis ist das wichtigste arterielle Gefäß des Rectum. Nach TÖNDURY (1949) reicht sie bis zur Einstrahlung des M. levator ani und versorgt Hinterfläche, rechte Seitenfläche und den Großteil der Vorderfläche der Rectumwand. Nach MARCHAL und

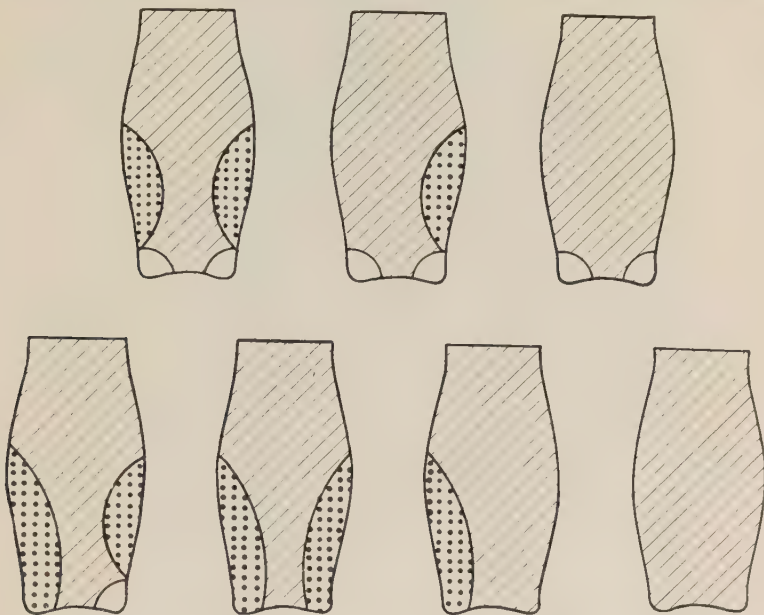


Abb. 13. Schematische Übersicht über die verschiedenen Typen der arteriellen Blutgefäßversorgung des Rectum nach Untersuchungen an mit Kontrastmittel injizierten Mastdärmen. Das ventral eröffnete Rectum ist ausgedehnt. Ansicht von dorsal. Gebiet der A. rectalis cranialis schraffiert, Gebiet der Aa. rectales caudales punktiert, Gebiet der Aa. anales weiß.

PICARD (1947) liefert sie die arterielle Versorgung für die oberen Rectumabschnitte und das ganze Gebiet der Rectum-Mucosa.

Die Aa. rectales caudales verzweigen sich nicht nur an das Rectum, sondern auch an die umliegenden Organe. Daß sie an der arteriellen Versorgung der Mucosa des Rectum teilnehmen, haben MARCHAL und PICARD (1947) durch Injektion von gefärbter Flüssigkeit nachgewiesen.

Die Aa. anales geben Äste an den M. levator ani und den M. sphincter externus, sowie zur Haut des Anus und zum umgebenden Fettgewebe ab. Die Schleimhautäste durchbohren den M. sphincter externus und internus, gelangen in die Tunica submucosa des Rectum perineale und in das Unterhautbindegewebe der Anushaut (POIRIER-CHARPY, 1912).

Die Untersuchung unserer 39 Fälle ergab, daß sich 7 Haupttypen unterscheiden lassen (Abb. 13).

Typ I. Es bestehen die Versorgungsgebiete der A. rectalis cranialis, der Aa. rectales caudales dextra et sinistra und der Aa. anales (Abb. 14). Die Versorgungsgebiete der Aa. rectales caudales dextra et sinistra können sich dorsal in der Mittellinie berühren, was aber selten der Fall ist. Meistens sind sie durch das Versorgungs-

gebiet der A. rectalis cranialis voneinander getrennt. Das Gebiet der Aa. rectales caudales umfaßt Teile der Vorder- und Seitenwand, gelegentlich auch der Hinterwand im unteren Abschnitt des Rectum. Die Ausbreitung der Aa. anales ist großen Schwankungen unterworfen. Sie können den ganzen Umfang des Rectum

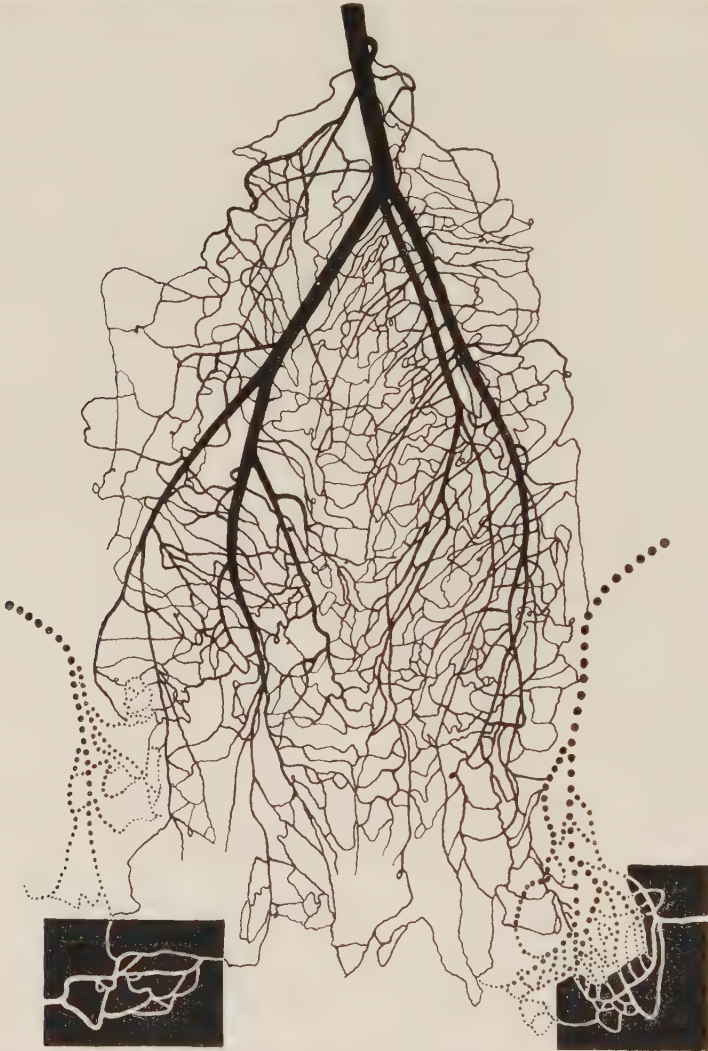


Abb. 14. Versorgungsgebiete der Rectalarterien. Pause nach einem mit Kontrastmittel injizierten Rectum, das ventral eröffnet wurde. Ansicht von dorsal. Regelfall (36 %) mit A. rectalis cranialis (schwarz), Aa. rectales caudales (punktiert) und Aa. anales (weiß).

versorgen oder auf Ausschnitte im genannten Gebiet begrenzt bleiben, welche vorne links und rechts, seltener an der Hinterseite gelegen sind. Das Versorgungsgebiet der A. rectalis cranialis nimmt die ganze obere Hälfte und in der unteren Hälfte einen dorsal gelegenen Streifen der Schleimhaut ein.

Typ II. Es bestehen die Versorgungsgebiete der A. rectalis cranialis, der A. rectalis caudalis dextra und den Aa. anales. Es ist nur die A. rectalis caudalis

dextra vorhanden, während die linke fehlt. Das Versorgungsgebiet ist nicht groß und ist in der unteren Hälfte gelegen. Nur an der unteren Begrenzung reicht es

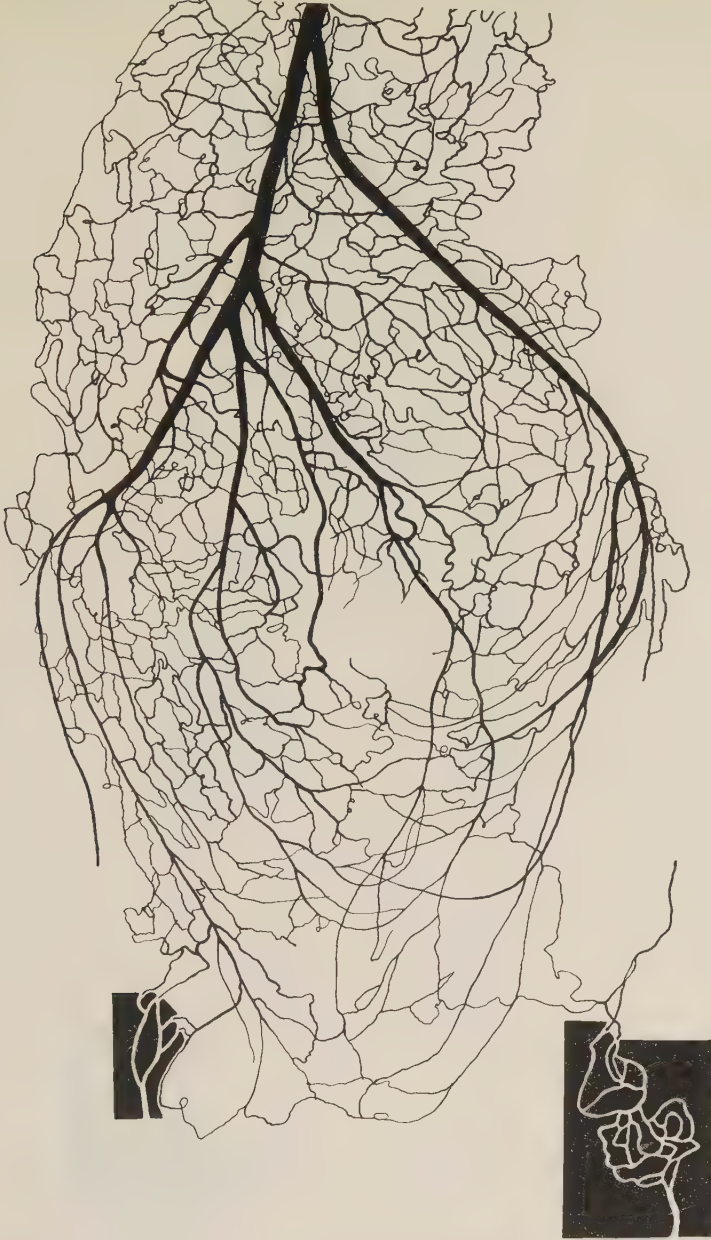


Abb. 15. Versorgungsgebiete der Rectalarterien. Pause nach einem mit Kontrastmittel injizierten Rectum, das ventral eröffnet wurde. Ansicht von dorsal. Fehlen beider Aa. rectales caudales (18 %).
A. rectalis cranialis schwarz, Aa. rectales caudales weiß.

zuweilen dorsal gegen die Mitte. Für das Gebiet der Aa. anales gelten die Bemerkungen, die bei Typ I gemacht wurden. Meist werden nur Ausschnitte links und rechts von ihnen versorgt.

Typ III. Es bestehen nur die Versorgungsgebiete der A. rectalis cranialis und der Aa. anales. Die Aa. rectales caudales fehlen. Die arterielle Blutversorgung

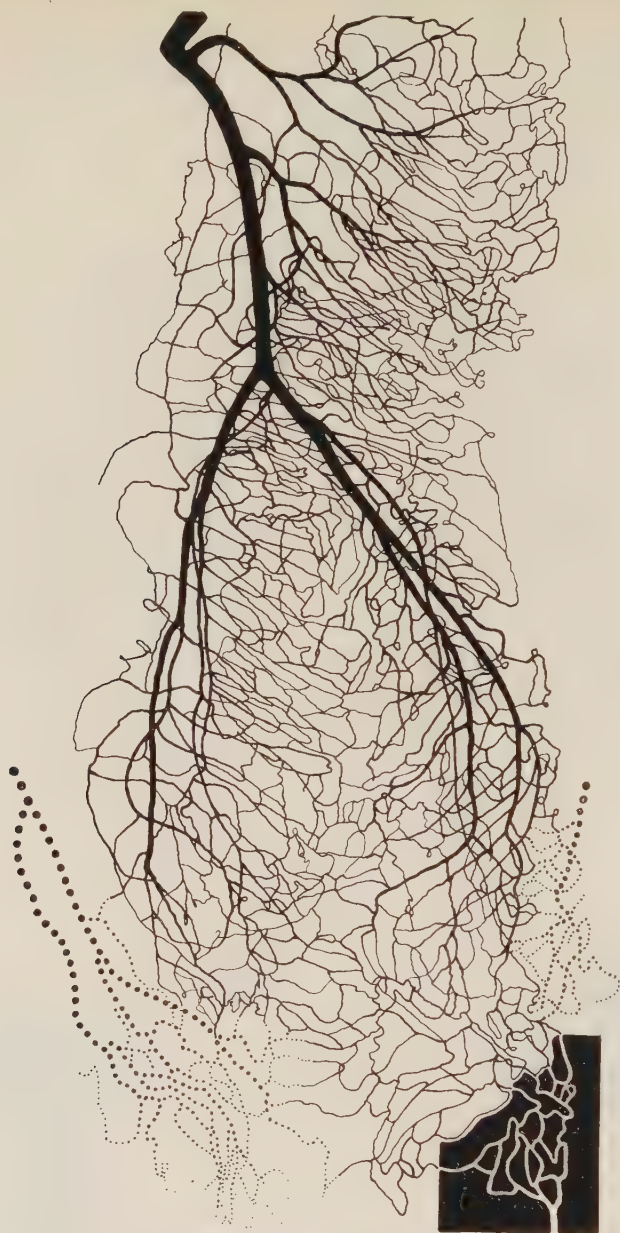


Abb. 16. Versorgungsgebiete der Rectalarterien. Pause nach einem mit Kontrastmittel injizierten Rectum, das ventral eröffnet wurde. Ansicht von dorsal. Fehlen der A. analis der einen Seite (2,6 %). A. rectalis cranialis schwarz, Aa. rectales caudales punktiert, A. analis weiß.

wird zur Hauptsache von der A. rectalis cranialis und zu einem ganz geringen Teil von den Aa. anales übernommen. Diese versorgen links und rechts Ausschnitte des untersten Rectumabschnittes (Abb. 15), seltener den ganzen Umfang der

Schleimhaut, so daß keine Äste der A. rectalis cranialis in die Regio analis gelangen.

Typ IV. Es bestehen dieselben Versorgungsgebiete wie in Typ I, nur fehlt die A. analis der einen Seite (Abb. 16). In dem zur Beobachtung gekommenen Fall

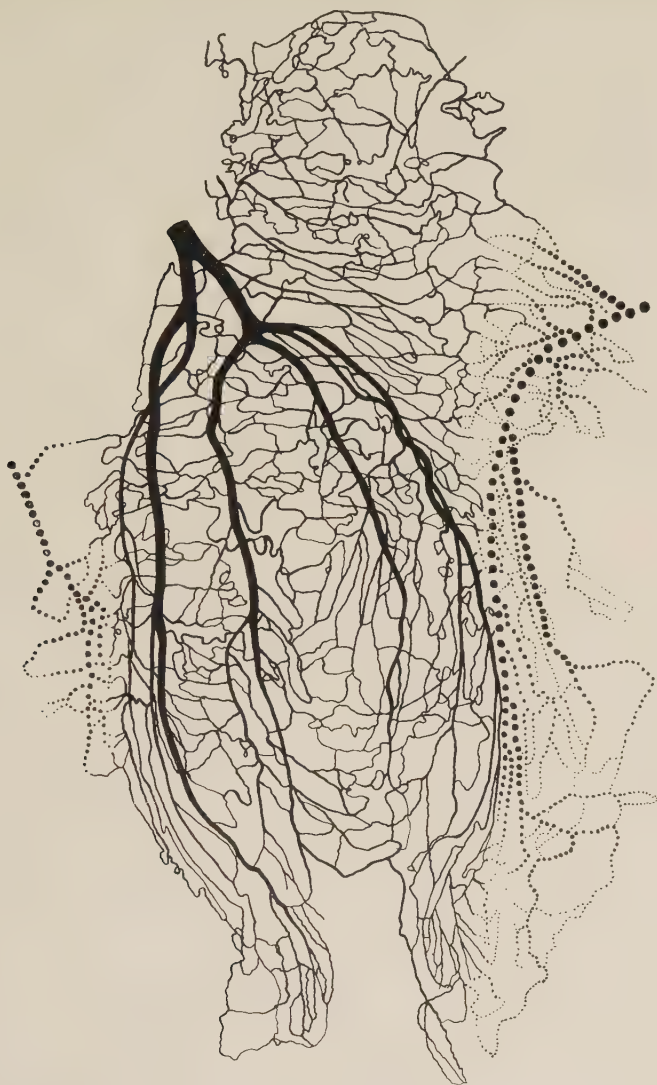


Abb. 17. Versorgungsgebiet der Rectalarterien. Pause nach einem mit Kontrastmittel injizierten Rectum, das ventral eröffnet wurde. Ansicht von dorsal. Fehlen beider Aa. anales (12,8 %). A. rectalis cranialis schwarz, Aa. rectales caudales punktiert.

Fehlte die A. analis der linken Seite. Ein entsprechender Fall mit Fehlen der A. analis dextra ist nicht beobachtet worden, wird aber wohl auch vorkommen.

Typ V. Es bestehen die Versorgungsgebiete der A. rectalis cranialis und der Aa. rectales caudales dextra et sinistra (Abb. 17). Die Aa. anales fehlen vollständig. In bezug auf die Aa. rectales caudales bieten sich ähnliche Verhältnisse

wie bei Typ I. Ihr Versorgungsgebiet beginnt ungefähr in der Mitte des Rectum, um sich nach unten hin auch auf die Hinterwand zu erstrecken.

Typ VI. Es bestehen die Versorgungsgebiete der A. rectalis cranialis und A. rectalis caudalis sinistra. Das Versorgungsgebiet der A. rectalis caudalis sinistra bei Typ VI weist im eigenen Untersuchungsgut nur geringen Umfang

auf. Es umfaßt Teile von Höhenabschnitt III und IV und reicht nur im untersten Abschnitt wenig auf die Hinterwand.

Typ VII. Typ VII besitzt nur die A. rectalis cranialis, während sowohl die Aa. rectales caudales dextra und sinistra als auch die Aa. anales fehlen. Die A. rectalis cranialis versorgt das ganze Rectum.

Tabelle 1.

Typ I	14 Fälle	♂	6	♀	8	36,0%
Typ II	5 Fälle	♂	3	♀	2	12,8%
Typ III	7 Fälle	♂	4	♀	3	18,0%
Typ IV	1 Fall	♂	1			2,6%
Typ V	5 Fälle	♂	3	♀	2	12,8%
Typ VI	5 Fälle	♂	4	♀	1	12,8%
Typ VII	2 Fälle	♂	1	♀	1	5,0%
Total	39 Fälle	♂	22	♀	17	100,0%

Vergleicht man die 7 Typen untereinander, so stellt man fest, daß die arterielle Blutversorgung nur in $\frac{1}{3}$ der Fälle von allen 3 Arteriengebieten übernommen wird, wobei der Hauptanteil der A. rectalis cranialis zufällt. Ein Unterschied zwischen männlichem und weiblichem Geschlecht ist nicht zu erkennen.

Chirurgische Bedeutung.

Für Operationen am Rectum ist vor allem wichtig zu wissen, ob bei Unterbindung der einen oder anderen Arterie die Blutversorgung in genügendem Maße gewährleistet ist. Zwischen den verschiedenen Versorgungsgebieten bestehen hinreichend Anastomosen, daß die Aa. rectales caudales dextra und sinistra und die Aa. anales ohne Gangrängefahr für das Rectum unterbunden werden können. Da die Versorgungsgebiete dieser Arterien klein sind, reichen die Anastomosen aus, welche zwischen der unterbundenen Arterie und dem Gebiet der A. rectalis cranialis vorhanden sind. Bei den Injektionen floß regelmäßig Kontrastmasse aus den Aa. rectales caudales bei Füllung der A. rectalis cranialis.

Zwischen der A. rectalis cranialis und den Arkaden des Colon besteht eine Verbindung in Form der A. sigmoidea ima. Unterbindet man die A. rectalis cranialis oberhalb des Abganges dieser Anastomose, so tritt keine Zirkulationsstörung auf, da die nötige Blutzufuhr über die A. sigmoidea ima erfolgt. Diese Stelle wird von SUDECK (1907) als „kritischer Punkt“ bezeichnet. Die Anastomosen zwischen den Versorgungsgebieten der Aa. rectales caudales, der Aa. anales und der A. rectalis cranialis sind nicht genügend, um die unterbrochene Blutzufuhr der A. rectalis cranialis für den oberen Rectumabschnitt zu ersetzen. Die Injektion der Kontrastsubstanz in die A. rectalis caudalis sinistra ergab bei unsern Untersuchungen, daß nur das Versorgungsgebiet dieser Arterie und einige kleinere Äste der A. rectalis caudalis dextra dargestellt wurden. Es gelang jedoch nicht, das Versorgungsgebiet der A. rectalis cranialis von der A. rectalis caudalis aus zu füllen. Die obere Rectalarterie ist ein Gefäß von terminalem Typus. Die Anastomose mit der A. sigmoidea ima stellt die letzte Möglichkeit der kollateralen Zirkulation dar. Eine Unterbrechung oberhalb gestattet die Rückkehr des Blutes zum Rectum.

Obwohl die A. rectalis cranialis das wichtigste Gefäß des Rectum ist, besitzen auch die Aa. rectales caudales und Aa. anales einen funktionellen Wert, wie MARCHAL und PICARD (1947) gezeigt haben. Wird die Ampulla recti durch die Operation nach HARTMANN (rectosigmoideale Resektion ohne Wiederherstellung der Kontinuität) vom Blutzufuß von oben abgeschnitten, so bleibt die Mucosa unverändert. Im oberen Abschnitt kann die Durchblutung nur von der A. rectalis cranialis gesichert werden, ohne Ergänzungsmöglichkeit von den anderen Arteriengebieten her. Wird die A. rectalis cranialis unterhalb des SUDECKSchen Punktes unterbunden, so entsteht eine „zone critique intrapariétale“ (MARCHAL et PICARD 1947). Daraus ergibt sich die Forderung, daß bei Resektion des oberen Rectumabschnittes die Durchtrennung nicht zu hoch oben vorgenommen werden darf, damit die Durchblutung des übrig gebliebenen Teiles von den unteren Arterien übernommen werden kann.

Zusammenfassung.

Das Hauptgefäß des Rectum ist die A. rectalis cranialis (A. haemorrhoidalis superior). Die Aa. rectales caudales dextra und sinistra (Aa. haemorrhoidales mediae) und die Aa. anales (Aa. haemorrhoidales inferiores) sind im Vorkommen und im Ursprung variabel. Die Aa. rectales caudales können auf einer oder beiden Seiten fehlen. Ein Fehlen ist beim männlichen Geschlecht häufiger als beim weiblichen. Auch die Aa. anales können ein- oder beidseitig fehlen. Gelegentlich sind bis zu vier nachweisbar.

Der Eintritt der A. rectalis cranialis in die Muscularis des Rectum erfolgt in der Regel erst nach der Teilung in die Hauptäste, wobei die Eintrittsstelle für den Ramus dexter mehr postero-lateral und für den Ramus sinister mehr antero-lateral gelegen ist. In $\frac{3}{4}$ der Fälle befindet sie sich oberhalb der Mitte. Die Aa. rectales caudales dextra und sinistra durchbohren die Darmmuskulatur mehr auf der Seiten- bis Vorderwand, während die Aa. anales sich auf die Mucosa des ganzen Rectumumfanges verteilen.

Der innere Durchmesser der A. rectalis cranialis beträgt vor der Bifurkation im Durchschnitt 2 mm. Der innere Durchmesser der A. rectalis caudalis dextra schwankt zwischen 0,1 und 1,5 mm, derjenige der A. rectalis caudalis sinistra beträgt durchschnittlich 0,5 mm und derjenige der Aa. anales durchschnittlich 0,2—0,3 mm.

Der Hauptstamm der A. rectalis cranialis teilt sich meistens in einen rechten und linken Ast. Daneben kommen auch Drei- und Vierteilung vor.

Das größte Versorgungsgebiet hat die A. rectalis cranialis. Es lassen sich 7 Typen von Anordnungen der Versorgungsgebiete unterscheiden. Zwischen allen Arterien des Rectum sind Anastomosen nachweisbar. Die Aa. rectales caudales und Aa. anales dürfen ohne Gefahr von Zirkulationsstörung unterbunden werden, während bei Unterbindung der A. rectalis cranialis unterhalb des SUDECKSchen Punktes die Blutversorgung im oberen Rectumabschnitt nicht gewährleistet ist.

Literatur.

DAVIS, C. B.: The recto-sigmoidal arterial anastomosis. Ann. Surgery 2, 529 (1910). — DUBREUIL-CHAMBARDEL, L.: Variations des artères du pelvis et du membre inférieur. Paris 1925. — FORGUE, E., et MILHAUD: La circulation du segment sigmoïdo-rectal. Rev. de

Chir. **61**, 61 (1923). — GÉRARD, G.: Manuel d'Anatomie humaine. Paris 1921. — KONSTANTINOWITSCH, V.: Die Anordnung der Gefäße des Mastdarmes. Petersburg. med. Z. **3**, 529 (1872/73). — LEVI, A.: Morfologia delle Arterie iliache. Arch. ital. Anat. e Embriol. **1**, 300 (1902). — MAMMANA, O. Z.: Estudo sôbre as Aa. Hemorrhoidal superior (A. rectalis cranialis) e Hemorrhoidal Média (A. rectalis caudalis). Tese São Paulo 1949. — Estudo sôbre as Aa. Hemorrhoidal superior (A. rectalis cranialis) e Hemorrhoidal Média (A. rectalis caudalis). Sua Distribuição, sua Porção Perineal do Intestion Recto (pars analis recti). Arch. ital. Anat. e Antropol. **27**, 287 (1950). — MARCHAL, G., et J. J. PICARD: Valeur fonctionnelle des trois pédicules artériels principaux du rectum dans la vascularisation de sa muqueuse. C. r. Assoc. Anat. **1947**, 341. — MECKEL, J. F.: Handbuch der menschlichen Anatomie, Bd. III. Halle u. Berlin 1815/1820. — MERKEL, F.: Handbuch der topographischen Anatomie, Bd. III. Braunschweig 1903. — PAITRE, F., D. GIRAUD et S. DUPRET: Pratique Anatomico-Chirurgicale Illustrée, Fasc. II. Paris 1935. — POIRIER, P., et A. CHARPY: Traité d'Anatomie humaine, Tome 4, Fasc. I. Paris 1912. — POPE, C. E., and E. S. JUDD: The arterial supply of the sigmoid, rectosigmoid and rectum. Surg. Clin. N. Amer. **9**, 957 (1928). — QUÉNU, E.: Des artères du rectum et de l'anus chez l'homme et chez la femme. Bull. Soc. Anat. Paris **7**, 703 (1893). — SUDECK, S.: Über die Gefäßversorgung des Mastdarmes in Hinsicht auf die operative Gangrän. Münch. med. Wschr. **1907**, 1314. — TESTUT, L.: Traité d'Anatomie Humaine, Tome I et III. Paris 1896. — TESTUT, L., et M. LATARJET: Traité d'Anatomie humaine, Tome 4. Paris 1949.

Dr. OTTO WIDMER, Anatomisches Institut der Universität Fribourg/Schweiz.

